

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-269155

(43)Date of publication of application : 25.09.2003

(51)Int.Cl.

F01N 3/36  
 B01D 53/94  
 F01N 3/02  
 F01N 3/08  
 F01N 3/24  
 F02D 9/02  
 F02D 21/08  
 F02D 23/00  
 F02D 43/00  
 F02M 25/07  
 // B01D 46/42

(21)Application number : 2002-072294

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP  
TOYOTA INDUSTRIES CORP

(22)Date of filing : 15.03.2002

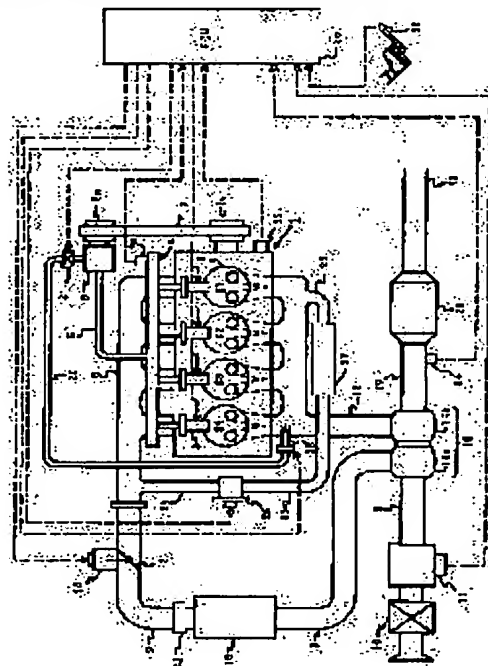
(72)Inventor : TOMINAGA HIROYUKI  
SUZUKI TAKAYOSHI  
AOKI HIDEKI

## (54) EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an exhaust emission control device for an internal combustion engine, capable of reducing the amount of a reducer to be added for enriching an air-fuel ratio as much as possible, without excessively reducing the amount of intake air.

**SOLUTION:** This exhaust emission control system comprises a NO<sub>x</sub> occlusive agent 20 which occludes NO<sub>x</sub> in the exhaust air when the air-fuel ratio of the inflow exhaust air is lean, and emits occluded NO<sub>x</sub> when the air-fuel ratio of inflow exhaust air becomes a stoichiometric air-fuel ratio or rich, an adding means 28 of the reducer which reduces the air-fuel ratio of the exhaust air flowing into the NO<sub>x</sub> occlusive agent 20 and purifies the emitted NO<sub>x</sub>, an EGR device 25 which recirculates part of the exhaust air in an intake system, an EGR valve 26 which controls the amount of the exhaust air to be recirculated in the intake system, an intake throttle valve 13 which controls the amount of intake air, and an intake air heating means 21 which heats intake air. To add the reducer in exhaust air by the adding means 28, the intake air throttle valve 13 is closed and the EGR valve 26 is opened to reduce the amount of intake air and heat intake air by the intake air heating means 21, thus reducing the amount of the reducer to be added.



## LEGAL STATUS

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-269155

(P2003-269155A)

(43)公開日 平成15年9月25日(2003.9.25)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームト\* (参考)

F 0 1 N 3/36

F 0 1 N 3/36

D 3 G 0 6 2

C 3 G 0 6 5

P 3 G 0 8 4

R 3 G 0 9 1

G 3 G 0 9 2

B 0 1 D 53/94

3/02

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2002-72294(P2002-72294)

(22)出願日 平成14年3月15日(2002.3.15)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(71)出願人 000003218

株式会社豊田自動織機

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地

(72)発明者 富永 浩之

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動

車株式会社内

(74)代理人 100089244

弁理士 遠山 勉 (外3名)

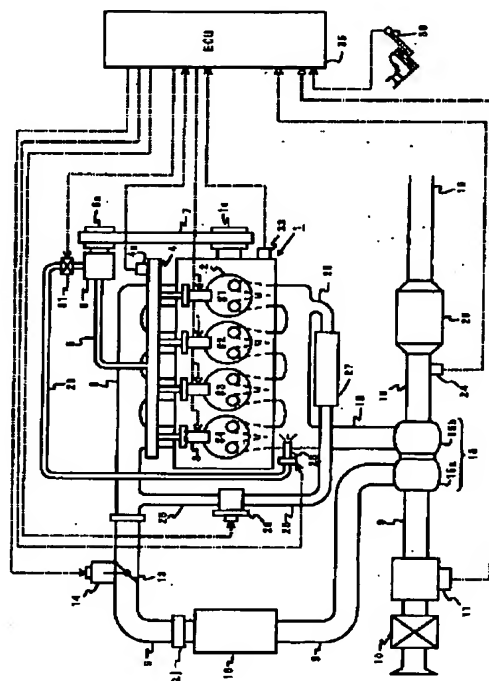
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57)【要約】

【課題】、吸入空気量を過度に減らすことなく、空燃比をリッチにするために添加する還元剤の量をできるだけ少なくする。

【解決手段】流入する排気空燃比がリーンのときには排気中のNO<sub>x</sub>を吸蔵し、流入する排気空燃比が理論空燃比又はリッチになると吸蔵したNO<sub>x</sub>を放出するNO<sub>x</sub>吸蔵剤20と、NO<sub>x</sub>吸蔵剤20に流入する排気空燃比を低下させ、放出されたNO<sub>x</sub>を還元浄化する還元剤の添加手段28と、吸気系に排気の一部を再循環させるEGR装置25と、吸気系に再循環させる排気の量をコントロールするEGR弁26と、吸入空気量をコントロールする吸気絞り弁13と、吸入空気を加熱する吸入空気加熱手段21を備える。還元剤の添加手段28により排気中に還元剤を添加する際には、吸気絞り弁13を閉じ側にしてEGR弁26を開いて吸入空気量を減らし、吸入空気加熱手段21による吸入空気の加熱を行うことで、還元剤の添加量を減らす。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】排気系に配置され、流入する排気中の酸素濃度が高いときには排気中の NO<sub>x</sub> を吸蔵し、流入する排気中の酸素濃度が低くなると吸蔵した NO<sub>x</sub> を放出する NO<sub>x</sub> 吸蔵剤と、この NO<sub>x</sub> 吸蔵剤に流入する排気中の酸素濃度が高いときに NO<sub>x</sub> 吸蔵剤に還元剤を供給して、NO<sub>x</sub> 吸蔵剤に流入する排気中の酸素濃度を低下させるとともに、放出された NO<sub>x</sub> を還元浄化する還元剤の添加手段と、を備えた内燃機関の排気浄化装置において、吸入空気を加熱する吸入空気加熱手段を設け、前記還元剤の添加手段により排気中に還元剤を添加する際に、前記吸入空気加熱手段による吸入空気の加熱を行うことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 2】排気系に配置され、流入する排気中の酸素濃度が高いときには排気中の NO<sub>x</sub> を吸蔵し、流入する排気中の酸素濃度が低くなると吸蔵した NO<sub>x</sub> を放出する NO<sub>x</sub> 吸蔵剤と、この NO<sub>x</sub> 吸蔵剤に流入する排気中の酸素濃度が高いときに NO<sub>x</sub> 吸蔵剤に還元剤を供給して、NO<sub>x</sub> 吸蔵剤に流入する排気中の酸素濃度を低下させるとともに、放出された NO<sub>x</sub> を還元浄化する還元剤の添加手段と、前記内燃機関の吸気系に排気の一部を再循環させる EGR 装置と、吸気系に再循環する排気量をコントロールする EGR 弁と、EGR 装置による吸気系への排気の還流口よりも上流に配置され、吸入空気量をコントロールする吸気絞り弁と、を備えた内燃機関の排気浄化装置において、吸入空気を加熱する吸入空気加熱手段を設け、前記還元剤の添加手段により排気中に還元剤を添加する際に、前記吸気絞り弁及び／または前記 EGR 弁の開度を調整して吸入空気量を減らし、また前記吸入空気加熱手段による吸入空気の加熱を行うことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 3】排気系に配置され、流入する排気中の酸素濃度が高いときには排気中の NO<sub>x</sub> を吸蔵し、流入する排気中の酸素濃度が低くなると吸蔵した NO<sub>x</sub> を放出、還元する NO<sub>x</sub> 吸蔵剤と、この NO<sub>x</sub> 吸蔵剤に流入する排気中の酸素濃度が高いときに NO<sub>x</sub> 吸蔵剤に還元剤を供給して、NO<sub>x</sub> 吸蔵剤に流入する排気中の酸素濃度を低下させるとともに、放出された NO<sub>x</sub> を還元浄化する還元剤の添加手段と、前記内燃機関の吸気系に排気の一部を再循環させる EGR 装置と、吸気系に排気の一部を再循環させるための EGR 通路に設けられた EGR クーラと、を備えた内燃機関の排気浄化装置において、前記 EGR クーラをバイパスして排気の一部を EGR クーラを通過させずに吸気系に再循環させるためのクーラバイパス通路を形成し、前記還元剤の添加手段により排気中に還元剤を添加する際に、吸気系に再循環させる排気がクーラバイパス通路を通過するようにしたことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 4】排気系に配置され、流入する排気中の酸素濃度が高いときには排気中の NO<sub>x</sub> を吸蔵し、流入する

排気中の酸素濃度が低くなると吸蔵した NO<sub>x</sub> を放出、還元する NO<sub>x</sub> 吸蔵剤と、この NO<sub>x</sub> 吸蔵剤に流入する排気中の酸素濃度が高いときに NO<sub>x</sub> 吸蔵剤に還元剤を供給して、NO<sub>x</sub> 吸蔵剤に流入する排気中の酸素濃度を低下させるとともに、放出された NO<sub>x</sub> を還元浄化する還元剤の添加手段と、吸入空気を排気のエネルギーによって過給して内燃機関に供給する過給装置と、過給された吸入空気を冷却するためのインタークーラと、を備えた内燃機関の排気浄化装置において、前記インタークーラをバイパスするインタークーラバイパス通路を形成し、前記還元剤の添加手段により排気中に還元剤を添加する際に、過給された吸入空気がインタークーラバイパス通路を通過するようにしたことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 5】前記インタークーラバイパス通路には、このインタークーラバイパス通路内を通過する吸入空気を暖める暖気供給手段を設けた請求項 4 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 6】前記吸入空気加熱手段がインテークヒータであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 7】前記吸入空気加熱手段がグロープラグであることを特徴とする請求項 1 または 2 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 8】前記 NO<sub>x</sub> 吸蔵剤は、排気系に配置され、内燃機関の排気中の微粒子を一時期捕集可能であり、所定温度領域では前記微粒子を連続的に酸化除去することが可能なフィルタに担持されていることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、自動車等に搭載される内燃機関、特に酸素過剰状態の混合気（所謂、リーン空燃比の混合気）を燃焼可能とするディーゼル機関やリーンバーン・ガソリン機関では、この内燃機関の排気系に NO<sub>x</sub> 吸蔵剤を配置する技術が提案されている。この NO<sub>x</sub> 吸蔵剤の一つとして、流入する排気中の酸素濃度が高いときは排気中の窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）を吸蔵し、流入する排気中の酸素濃度が低下し且つ還元剤が存在するときは吸蔵していた窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）を放出しつつ窒素（N<sub>2</sub>）に還元する吸蔵還元型 NO<sub>x</sub> 触媒が知られている。

【0003】吸蔵還元型 NO<sub>x</sub> 触媒が内燃機関の排気系に配置されると、内燃機関が希薄燃焼運転されて排気中の空燃比が高くなるときは排気中の窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）が吸蔵還元型 NO<sub>x</sub> 触媒に吸蔵され、吸蔵還元型 NO<sub>x</sub> 触媒に流入する排気中の空燃比が低くなったときは吸蔵還元

型NO<sub>x</sub>触媒に吸蔵されていた窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）が放出されつつ窒素（N<sub>2</sub>）に還元される。

【0004】ところで、吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒には燃料に含まれる硫黄分が燃焼して生成される硫黄酸化物（SO<sub>x</sub>）もNO<sub>x</sub>と同じメカニズムで吸蔵される。このように吸蔵されたSO<sub>x</sub>はNO<sub>x</sub>よりも放出されにくく、NO<sub>x</sub>触媒内に蓄積される。これを硫黄被毒（SO<sub>x</sub>被毒）といい、NO<sub>x</sub>浄化率が低下するため、適宜の時期にSO<sub>x</sub>被毒から回復させる被毒回復処理を施す必要がある。この被毒回復処理は、NO<sub>x</sub>触媒を高温（例えば600乃至650℃程度）にしつつ酸素濃度を低下させた排気をNO<sub>x</sub>触媒に流通させて行われている。

【0005】ところが希薄燃焼運転時の排気の温度は低いため、SO<sub>x</sub>被毒の回復に必要とされる温度まで触媒を昇温させることは困難である。このようなときに、排気中へ燃料の供給を行うことにより触媒の温度を上昇させつつ排気の酸素濃度を低下させることができる。

【0006】例えば、特開平11-343836号公報に記載された内燃機関の排気浄化装置では、吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒の被毒回復が必要となった場合には、この吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒に流入する排気の空燃比を理論空燃比近傍に維持しつつ、間欠的に空燃比を理論空燃比よりも小さくしている。これにより、被毒回復中の大部分の時間は理論空燃比近傍の空燃比に維持される。

【0007】また、間欠的に空燃比を理論空燃比よりも小さくすることにより、被毒回復中の平均空燃比は理論空燃比よりもリッチ側になる。すなわち、排気中の酸素濃度が低下する。このため、比較的短時間で吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒の硫黄被毒を回復させることが可能である。なお、前記公報によれば、被毒回復制御は、吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒の温度が、例えば300℃以上であって、かつ吸蔵された硫黄酸化物が所定量以上のときに実行される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記したようにNO<sub>x</sub>の放出、還元や硫黄被毒回復は排気中の酸素濃度を低下させて行われるが、これは内燃機関が低負荷運転を行っているときに実行される。これは高負荷運転を行っているときに還元剤を多量に排気中に供給すると、吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒の温度が過剰に上昇してしまい、この吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒の熱劣化を誘発する虞があるからである。

【0009】また、還元剤の添加は上記のような目的を達成するために必要充分な量を最低限供給すればよく、過剰な添加は還元剤である燃料を余分に消費するので燃費悪化につながる。このような観点からはできるだけ還元剤の添加量を減らすことが望まれ、そのための一つの方法として吸入空気量を減量することが考えられる。

【0010】しかしながら、低負荷運転時であっても過度な吸入空気量の減量は吸気管内圧が低下し、内燃機関

を良好な運転状態に保持できなくなるので、その減量には限界がある。

【0011】本発明はかかる事情に鑑みてされたもので、本発明が解決しようとする課題は、内燃機関の排気浄化装置において、吸入空気量を過度に減らすことなく、排気中の酸素濃度を低くするために添加する還元剤の量をできるだけ少なくすることが可能な技術を提供することにある。

【0012】

10 【課題を解決するための手段】上記課題を達成するために本発明の内燃機関の排気浄化装置は、以下の手段を採用した。即ち、本発明の内燃機関の排気浄化装置は、排気系に配置され、流入する排気中の酸素濃度が高いときには排気中のNO<sub>x</sub>を吸蔵し、流入する排気中の酸素濃度がひくくなると吸蔵したNO<sub>x</sub>を放出するNO<sub>x</sub>吸蔵剤と、このNO<sub>x</sub>吸蔵剤に流入する排気中の酸素濃度が高いときにNO<sub>x</sub>吸蔵剤に還元剤を供給して、NO<sub>x</sub>吸蔵剤に流入する排気中の酸素濃度を低下させるとともに、放出されたNO<sub>x</sub>を還元浄化する還元剤の添加手段と、を備えた内燃機関の排気浄化装置において、吸入空気を加熱する吸入空気加熱手段を設け、前記還元剤の添加手段により排気中に還元剤を添加する際に、前記吸入空気加熱手段による吸入空気の加熱を行うことを特徴とする。

30 【0013】本発明の最大の特徴は、内燃機関の排気浄化装置において、NO<sub>x</sub>吸蔵剤からNO<sub>x</sub>を放出させ、このNO<sub>x</sub>を還元浄化するために排気中に還元剤を添加する際に、吸入空気を加熱して吸入空気量を減少させ、以て所定の空燃比にするための還元剤の添加量を減らすことにある。

【0014】このように構成された内燃機関の排気浄化装置では、軽負荷時に、吸入空気加熱手段により吸入空気を加熱し、この状態において排気が所定の空燃比となるように所定量の還元剤を添加して排気をリッチにする。吸入空気の温度が上昇すれば、吸入空気の密度が低下するので、所定の空燃比にするための還元剤である燃料供給量を減少させることが可能である。

40 【0015】前記還元剤添加手段としては、排気通路中に設置したノズルから還元剤を添加するもの、または燃焼室内における燃料のメイン噴射の後、所定時間において行われる副噴射等、が例示できる。

50 【0016】第2の発明は、排気系に配置され、流入する排気中の酸素濃度が高いときには排気中のNO<sub>x</sub>を吸蔵し、流入する排気中の酸素濃度が低くなると吸蔵したNO<sub>x</sub>を放出するNO<sub>x</sub>吸蔵剤と、このNO<sub>x</sub>吸蔵剤に流入する排気中の酸素濃度が高いときにNO<sub>x</sub>吸蔵剤に還元剤を供給して、NO<sub>x</sub>吸蔵剤に流入する排気中の酸素濃度を低下させるとともに、放出されたNO<sub>x</sub>を還元浄化する還元剤の添加手段と、前記内燃機関の吸気系に排気の一部を再循環させるEGR装置と、吸気系に再循

環する排気の量をコントロールする EGR 弁と、EGR 装置による吸気系への排気の還流口よりも上流に配置され、吸入空気量をコントロールする吸気絞り弁と、を備えた内燃機関の排気浄化装置において、吸入空気を加熱する吸入空気加熱手段を設け、前記還元剤の添加手段により排気中に還元剤を添加する際に、前記吸気絞り弁及び／または前記 EGR 弁の開度を調整して吸入空気量を減らし、前記吸入空気加熱手段による吸入空気の加熱を行うことを特徴とする。

【0017】このように構成された内燃機関の排気浄化装置では、軽負荷時に、吸気絞り弁及び／または前記 EGR 弁を調整して吸入空気量を減少させるとともに、吸入空気加熱手段により吸入空気を加熱する。吸入空気量を減少させながらこれを加熱するため、排気を所定の空燃比にするために添加する還元剤の量をさらに減少させることが可能である。

【0018】第3の発明は、排気系に配置され、流入する排気中の酸素濃度が高いときには排気中の NO<sub>x</sub> を吸蔵し、流入する排気中の酸素濃度が低くなると吸蔵した NO<sub>x</sub> を放出、還元する NO<sub>x</sub> 吸蔵剤と、この NO<sub>x</sub> 吸蔵剤に流入する排気中の酸素濃度が高いときに NO<sub>x</sub> 吸蔵剤に還元剤を供給して、NO<sub>x</sub> 吸蔵剤に流入する排気中の酸素濃度を低下させるとともに、放出された NO<sub>x</sub> を還元浄化する還元剤の添加手段と、前記内燃機関の吸気系に排気の一部を再循環させる EGR 装置と、吸気系に排気の一部を再循環させるための EGR 通路に設けられた EGR クーラと、を備えた内燃機関の排気浄化装置において、前記 EGR クーラをバイパスして排気の一部を EGR クーラを通過させずに吸気系に再循環させるためのクーラバイパス通路を形成し、前記還元剤の添加手段により排気中に還元剤を添加する際に、吸気系に再循環させる排気がクーラバイパス通路を通過するようにしたことを特徴とする。

【0019】ここでは、吸入空気の温度を上昇させる手段として、EGR 装置によって吸気系に再循環される排気を EGR クーラによって冷却することなく、これを吸気系に戻すようにしている。このため内燃機関の吸入空気の温度が上昇し、上述のように添加する還元剤の量を減少させることができる。

【0020】第4の発明は、排気系に配置され、流入する排気中の酸素濃度が高いときには排気中の NO<sub>x</sub> を吸蔵し、流入する排気中の酸素濃度が低くなると吸蔵した NO<sub>x</sub> を放出、還元する NO<sub>x</sub> 吸蔵剤と、この NO<sub>x</sub> 吸蔵剤に流入する排気中の空燃比がリーンなときに NO<sub>x</sub> 吸蔵剤に還元剤を供給して、NO<sub>x</sub> 吸蔵剤に流入する排気中の空燃比を低下させるとともに、放出された NO<sub>x</sub> を還元浄化する還元剤の添加手段と、吸入空気を排気のエネルギーによって過給して内燃機関に供給する過給装置と、過給された吸入空気を冷却するためのインタークーラと、を備えた内燃機関の排気浄化装置において、前記

インタークーラをバイパスするインタークーラバイパス通路を形成し、前記還元剤の添加手段により排気中に還元剤を添加する際に、過給された吸入空気の全部または一部がインタークーラバイパス通路を通過するようにしたことを特徴とする。

【0021】この発明では、吸入空気の温度を上昇させる手段として、過給装置によって過給される吸入空気をインタークーラで冷却しないことにより、内燃機関の吸入空気の温度が上昇し、上述のように添加する還元剤の量を減少させることができる。

【0022】なお、前記インタークーラバイパス通路には、このインタークーラバイパス通路内を通過する吸入空気を暖める暖気供給手段を設けることができる。例えば、インタークーラバイパス通路の周囲に内燃機関の冷却水を接触させて、その熱交換によってインタークーラバイパス通路内の吸入空気を暖めることが可能である。

【0023】また、上述の発明においては、例えばインテークヒータ、また燃焼室内のグロープラグを前記吸入空気加熱手段として用いることができる。

【0024】前記 NO<sub>x</sub> 吸蔵剤は、排気系に配置され、内燃機関の排気中の微粒子を一時期捕集可能であり、所定温度領域では前記微粒子を連続的に酸化除去することが可能なフィルタに担持されたものとしてもよい。

【0025】このように構成された内燃機関の排気浄化装置では、吸入空気を昇温させることでその空気密度を低くし、吸入空気量（新気）を減らすことができるので、目標空燃比とするための添加還元剤の供給量を減少させることができる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置の具体的な実施態様について図面に基づいて説明する。ここでは、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置を車両駆動用のディーゼル機関に適用した場合を例に挙げて説明する。

<第1の実施の形態>図1は、本実施の形態に係る排気浄化装置を適用する内燃機関1とその吸排気系の概略構成を示す図である。

【0027】図1に示す内燃機関1は、4つの気筒2を有する水冷式の4サイクル・ディーゼル機関である。

【0028】内燃機関1は、各気筒2の燃焼室に直接燃料を噴射する燃料噴射弁3を備えている。各燃料噴射弁3は、燃料を所定圧まで蓄圧する蓄圧室（コモンレール）4と接続されている。このコモンレール4には、このコモンレール4内の燃料の圧力に対応した電気信号を出力するコモンレール圧センサ4aが取り付けられている。

【0029】前記コモンレール4は、燃料供給管5を介して燃料ポンプ6と連通している。この燃料ポンプ6は、内燃機関1の出力軸（クランクシャフト）の回転トルクを駆動源として作動するポンプであり、この燃料ボ

ンプ6の入力軸に取り付けられたポンププリー6aが内燃機関1の出力軸（クランクシャフト）に取り付けられたクランクプリー1aとベルト7を介して連結されている。

【0030】このように構成された燃料噴射系では、クランクシャフトの回転トルクが燃料ポンプ6の入力軸へ伝達されると、燃料ポンプ6は、クランクシャフトからこの燃料ポンプ6の入力軸へ伝達された回転トルクに応じた圧力で燃料を吐出する。

【0031】前記燃料ポンプ6から吐出された燃料は、燃料供給管5を介してコモンレール4へ供給され、コモンレール4にて所定圧まで蓄圧されて各気筒2の燃料噴射弁3へ分配される。そして、燃料噴射弁3に駆動電流が印加されると、燃料噴射弁3が開弁し、その結果、燃料噴射弁3から気筒2内へ燃料が噴射される。

【0032】次に、内燃機関1には、吸気枝管8が接続されており、吸気枝管8の各枝管は、各気筒2の燃焼室と吸気ポート（図示省略）を介して連通している。

【0033】前記吸気枝管8は、吸気管9に接続され、この吸気管9は、エアクリーナボックス10に接続されている。前記エアクリーナボックス10より下流の吸気管9には、この吸気管9内を流通する吸気の質量に対応した電気信号を出力するエアフローメータ11が取り付けられている。

【0034】前記吸気管9における吸気枝管8の直上流に位置する部位には、この吸気管9内を流通する吸気の流量を調節する吸気絞り弁13が設けられている。この吸気絞り弁13には、ステップモータ等で構成されてこの吸気絞り弁13を開閉駆動する吸気絞り用アクチュエータ14が取り付けられている。

【0035】前記エアフローメータ11と前記吸気絞り弁13との間に位置する吸気管9には、排気の熱エネルギーを駆動源として作動する遠心過給機（ターボチャージャ）15のコンプレッサハウジング15aが設けられ、コンプレッサハウジング15aより下流の吸気管9には、前記コンプレッサハウジング15a内で圧縮されて高温となった吸気を冷却するためのインタークーラ16が設けられている。さらにこのインタークーラ16の下流には、吸入空気を加熱するインタークーラ21が設けられている。このインタークーラ21は、インタークーラ16を通過した吸入空気の温度が、所定温度よりも低いときにこれを加熱する。

【0036】このように構成された吸気系では、エアクリーナボックス10に流入した吸気は、このエアクリーナボックス10内のエアクリーナ（図示省略）によって吸気中の塵や埃等が除去された後、吸気管9を介してコンプレッサハウジング15aに流入する。

【0037】コンプレッサハウジング15aに流入した吸気は、このコンプレッサハウジング15aに内装されたコンプレッサホイールの回転によって圧縮される。前

記コンプレッサハウジング15a内で圧縮されて高温となった吸気は、インタークーラ16にて冷却された後、必要に応じて吸気絞り弁13によって流量を調節されて吸気枝管8に流入する。吸気枝管8に流入した吸気は、各枝管を介して各気筒2の燃焼室へ分配され、各気筒2の燃料噴射弁3から噴射された燃料を着火源として燃焼される。

【0038】一方、内燃機関1には、排気枝管18が接続され、排気枝管18の各枝管が排気ポート（図示省略）を介して各気筒2の燃焼室と連通している。

【0039】前記排気枝管18は、前記遠心過給機15のタービンハウジング15bと接続されている。前記タービンハウジング15bは、排気管19と接続され、この排気管19は、下流にてマフラー（図示省略）に接続されている。

【0040】前記排気管19の途中には、吸蔵還元型NOx触媒を担持したパティキュレートフィルタ（以下、単にフィルタという。）20が設けられている。フィルタ20より上流の排気管19には、この排気管19内を流通する排気の温度に対応した電気信号を出力する排気温度センサ24が取り付けられている。

【0041】このように構成された排気系では、内燃機関1の各気筒2で燃焼された混合気（既燃ガス）が排気ポートを介して排気枝管18へ排出され、次いで排気枝管18から遠心過給機15のタービンハウジング15bへ流入する。タービンハウジング15bに流入した排気は、この排気を持つ熱エネルギーを利用してタービンハウジング15b内に回転自在に支持されたタービンホイールを回転させる。その際、タービンホイールの回転トルクは、前述したコンプレッサハウジング15aのコンプレッサホイールへ伝達される。

【0042】前記タービンハウジング15bから排出された排気は、排気管19を介してフィルタ20へ流入し、排気中のPMが捕集され且つ有害ガス成分が除去又は浄化される。フィルタ20にてPMを捕集され且つ有害ガス成分を除去又は浄化された排気は、マフラーを介して大気中に放出される。

【0043】また、排気枝管18と吸気枝管8とは、排気枝管18内を流通する排気の一部を吸気枝管8へ再循環させる排気再循環通路（以下、EGR通路とする。）25を介して連通されている。このEGR通路25の途中には、電磁弁などで構成され、印加電力の大きさに応じて前記EGR通路25内を流通する排気（以下、EGRガスとする。）の流量を変更する流量調整弁（以下、EGR弁とする。）26が設けられている。

【0044】前記EGR通路25の途中でEGR弁26より上流には、このEGR通路25内を流通するEGRガスを冷却するEGRクーラ27が設けられている。前記EGRクーラ27には、冷却水通路（図示省略）が設けられ内燃機関1を冷却するための冷却水の一部が循環



する。

【0045】このように構成された排気再循環機構では、EGR弁26が開弁されると、EGR通路25が導通状態となり、排気枝管18内を流通する排気の一部が前記EGR通路25へ流入し、EGRクーラ27を経て吸気枝管8へ導かれる。

【0046】その際、EGRクーラ27では、EGR通路25内を流通するEGRガスと内燃機関1の冷却水との間で熱交換が行われ、EGRガスが冷却される。

【0047】EGR通路25を介して排気枝管18から吸気枝管8へ還流されたEGRガスは、吸気枝管8の上流から流れてきた新気と混ざり合いつつ各気筒2の燃焼室へ導かれる。

【0048】ここで、EGRガスには、水(H<sub>2</sub>O)や二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)などのように、自らが燃焼することがなく、且つ、熱容量が高い不活性ガス成分が含まれているため、EGRガスが混合気中に含有されると、混合気の燃焼温度が低められ、以て窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)の発生量が抑制される。

【0049】さらに、EGRクーラ27においてEGRガスが冷却されると、EGRガス自体の温度が低下するとともにEGRガスの体積が縮小されるため、EGRガスが燃焼室内に供給されたときにこの燃焼室内の雰囲気温度が不要に上昇することがなくなるとともに、燃焼室内に供給される吸入空気量(新気の体積)が不要に減少することもない。

【0050】次に、本実施の形態に係るフィルタ20について説明する。

【0051】図2は、フィルタ20の断面図である。図2(A)は、フィルタ20の横方向断面を示す図である。図2(B)は、フィルタ20の縦方向断面を示す図である。

【0052】図2(A)及び(B)に示されるようにフィルタ20は、互いに平行をなして延びる複数個の排気流通路50、51を具備するいわゆるウォールフロー型である。これら排気流通路は下流端が栓52により閉塞された排気流入通路50と、上流端が栓53により閉塞された排気流出通路51とにより構成される。なお、図2(A)においてハッチングを付した部分は栓53を示している。従って、排気流入通路50および排気流出通路51は薄肉の隔壁54を介して交互に配置される。換言すると排気流入通路50および排気流出通路51は各排気流入通路50が4つの排気流出通路51によって包囲され、各排気流出通路51が4つの排気流入通路50によって包囲されるように配置される。

【0053】フィルタ20は、例えばコーゼライトのような多孔質材料から形成されており、従って排気流入通路50内に流入した排気は図2(B)において矢印で示されるように周囲の隔壁54内を通して隣接する排気流出通路51内に流出する。

【0054】本発明による実施例では各排気流入通路50および各排気流出通路51の周壁面、即ち各隔壁54の両側表面上および隔壁54内の細孔内壁面上には例えばアルミナからなる担体の層が形成されており、この担体上に吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒が担持されている。

【0055】次に、本実施の形態に係るフィルタ20に担持された吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒の働きについて説明する。

【0056】フィルタ20は、例えば、アルミナを担体とし、その担体上に、カリウム(K)、ナトリウム(Na)、リチウム(Li)、もしくはセシウム(Cs)等のアルカリ金属と、バリウム(Ba)もしくはカルシウム(Ca)等のアルカリ土類と、ランタン(La)もしくはイットリウム(Y)等の希土類とから選択された少なくとも1つと、白金(Pt)等の貴金属とを担持して構成されている。尚、本実施の形態では、アルミナからなる担体上にバリウム(Ba)と白金(Pt)とを担持し、更にO<sub>2</sub>ストレージ能力のあるセリア(Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を添加して構成される吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒を採用した。

【0057】このように構成されたNO<sub>x</sub>触媒は、このNO<sub>x</sub>触媒に流入する排気の酸素濃度が高いときは排気中の窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)を吸蔵する。

【0058】一方、NO<sub>x</sub>触媒は、このNO<sub>x</sub>触媒に流入する排気の酸素濃度が低下したときは吸蔵していた窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)を放出する。その際、排気中に炭化水素(HC)や一酸化炭素(CO)等の還元成分が存在していれば、NO<sub>x</sub>触媒は、このNO<sub>x</sub>触媒から放出された窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)を窒素(N<sub>2</sub>)に還元せしめることができる。

【0059】ところで、内燃機関1が希薄燃焼運転されている場合は、内燃機関1から排出される排気の空燃比がリーン雰囲気となり排気の酸素濃度が高くなるため、排気中に含まれる窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)がNO<sub>x</sub>触媒に吸蔵されることになるが、内燃機関1の希薄燃焼運転が長期間継続されると、NO<sub>x</sub>触媒のNO<sub>x</sub>吸蔵能力が飽和し、排気中の窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)がNO<sub>x</sub>触媒にて除去されずに大気中へ放出されてしまう。

【0060】特に、内燃機関1のようなディーゼル機関では、大部分の運転領域においてリーン空燃比の混合気が燃焼され、それに応じて大部分の運転領域において排気空燃比がリーン空燃比となるため、NO<sub>x</sub>触媒のNO<sub>x</sub>吸蔵能力が飽和しやすい。

【0061】従って、内燃機関1が希薄燃焼運転されている場合は、NO<sub>x</sub>触媒のNO<sub>x</sub>吸蔵能力が飽和する前にNO<sub>x</sub>触媒に流入する排気中の酸素濃度を低下させるとともに還元剤の濃度を高め、NO<sub>x</sub>触媒に吸蔵された窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)を放出及び還元させる必要がある。

【0062】このように酸素濃度を低下させる方法としては、排気中の燃料添加や、気筒2内への膨張行程中の

燃料噴射等の方法が考えられるが、本実施の形態では、フィルタ 20 より上流の排気管 19 を流通する排気中に還元剤たる燃料（軽油）を添加する還元剤供給機構を備え、この還元剤供給機構から排気中へ燃料を添加することにより、フィルタ 20 に流入する排気の酸素濃度を低下せるとともに還元剤の濃度を高めるようにした。

【0063】還元剤供給機構は、図 1 に示されるように、その噴孔が排気枝管 18 内に臨むように取り付けられ、ECU 35 からの信号により開弁して燃料を噴射する還元剤噴射弁 28 と、前述した燃料ポンプ 6 から吐出された燃料を前記還元剤噴射弁 28 へ導く還元剤供給路 29 と、還元剤供給路 29 に設けられてこの還元剤供給路 29 内の燃料の流通を遮断する遮断弁 31 と、を備えている。

【0064】このような還元剤供給機構では、燃料ポンプ 6 から吐出された高圧の燃料が還元剤供給路 29 を介して還元剤噴射弁 28 へ印加される。そして、ECU 35 からの信号によりこの還元剤噴射弁 28 が開弁して排気枝管 18 内へ還元剤としての燃料が噴射される。

【0065】還元剤噴射弁 28 から排気枝管 18 内へ噴射された還元剤は、排気枝管 18 の上流から流れてきた排気の酸素濃度を低下させる。

【0066】このようにして形成された酸素濃度の低い排気はフィルタ 20 に流入し、フィルタ 20 に吸蔵されていた窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）を放出させつつ窒素（N<sub>2</sub>）に還元することになる。

【0067】その後、ECU 35 からの信号により還元剤噴射弁 28 が閉弁し、排気枝管 18 内への還元剤の添加が停止されることになる。

【0068】以上述べたように構成された内燃機関 1 には、この内燃機関 1 を制御するための電子制御ユニット（ECU: Electronic Control Unit）35 が併設されている。この ECU 35 は、内燃機関 1 の運転条件や運転者の要求に応じて内燃機関 1 の運転状態を制御するユニットである。

【0069】ECU 35 には、コモンレール圧センサ 4a、エアフローメータ 11、排気温度センサ 24、クランクポジションセンサ 33、アクセル開度センサ 36 等の各種センサが電気配線を介して接続され、上記した各種センサの出力信号が ECU 35 に入力されるようになっている。

【0070】一方、ECU 35 には、燃料噴射弁 3、吸気絞り用アクチュエータ 14、還元剤噴射弁 28、EGR 弁 26、遮断弁 31 等が電気配線を介して接続され、上記した各部を ECU 35 が制御することが可能になっている。

【0071】ここで、ECU 35 は、図 3 に示すように、双方向性バス 350 によって相互に接続された、CPU 351 と、ROM 352 と、RAM 353 と、バックアップ RAM 354 と、入力ポート 356 と、出力ポ

ート 357 とを備えるとともに、前記入力ポート 356 に接続された A/D コンバータ（A/D）355 を備えている。

【0072】前記入力ポート 356 は、クランクポジションセンサ 33 のようにデジタル信号形式の信号を出力するセンサの出力信号を入力し、それらの出力信号を CPU 351 や RAM 353 へ送信する。

【0073】前記入力ポート 356 は、コモンレール圧センサ 4a、エアフローメータ 11、排気温度センサ 24、アクセル開度センサ 36 等のように、アナログ信号形式の信号を出力するセンサの A/D 355 を介して入力し、それらの出力信号を CPU 351 や RAM 353 へ送信する。

【0074】前記出力ポート 357 は、燃料噴射弁 3、吸気絞り用アクチュエータ 14、EGR 弁 26、還元剤噴射弁 28、遮断弁 31 等と電気配線を介して接続され、CPU 351 から出力される制御信号を、前記した燃料噴射弁 3、吸気絞り用アクチュエータ 14、EGR 弁 26、還元剤噴射弁 28、あるいは遮断弁 31 へ送信する。

【0075】前記 ROM 352 は燃料噴射弁 3 を制御するための燃料噴射制御ルーチン、吸気絞り弁 13 を制御するための吸気絞り制御ルーチン、EGR 弁 26 を制御するための EGR 制御ルーチン、フィルタ 20 に還元剤を添加して吸蔵された NO<sub>x</sub> を放出させる NO<sub>x</sub> 浄化制御ルーチン、フィルタ 20 の SO<sub>x</sub> 被毒を回復する被毒回復制御ルーチン、フィルタ 20 に捕集された PM を燃焼除去するための PM 燃焼制御ルーチン等のアプリケーションプログラムを記憶している。

【0076】前記 ROM 352 は、上記したアプリケーションプログラムに加え、各種の制御マップを記憶している。前記制御マップは、例えば、内燃機関 1 の運転状態と基本燃料噴射量（基本燃料噴射時間）との関係を示す燃料噴射量制御マップ、内燃機関 1 の運転状態と基本燃料噴射時期との関係を示す燃料噴射時期制御マップ、内燃機関 1 の運転状態と吸気絞り弁 13 の目標開度との関係を示す吸気絞り弁開度制御マップ、内燃機関 1 の運転状態と EGR 弁 26 の目標開度との関係を示す EGR 弁開度制御マップ、内燃機関 1 の運転状態と還元剤の目標添加量（若しくは排気の目標空燃比）との関係を示す還元剤添加量制御マップ、還元剤の目標添加量と還元剤噴射弁 28 の開弁時間との関係を示す還元剤噴射弁制御マップ等である。

【0077】前記 RAM 353 は、各センサからの出力信号や CPU 351 の演算結果等を格納する。前記演算結果は、例えば、クランクポジションセンサ 33 がパルス信号を出力する時間的な間隔に基づいて算出される機関回転数である。これらのデータは、クランクポジションセンサ 33 がパルス信号を出力する都度、最新のデータに書き換えられる。



【0078】前記バックアップRAM354は、内燃機関1の運転停止後もデータを記憶可能な不揮発性のメモリである。

【0079】前記CPU351は、前記ROM352に記憶されたアプリケーションプログラムに従って動作して、燃料噴射弁制御、吸気絞り制御、EGR制御、NOx浄化制御、被毒回復制御、PM燃焼制御等を実行する。

【0080】次に、本発明を、吸蔵還元型NOx触媒20を使用したNOx浄化制御に適用する場合を例として説明する。

【0081】NOx浄化制御では、CPU351は、吸蔵還元型NOx触媒20に流入する排気中の酸素濃度を比較的に短い周期でスパイク的（短時間）に低くする、所謂リッチスパイク制御を実行する。

【0082】リッチスパイク制御では、CPU351は、所定の周期毎にリッチスパイク制御実行条件が成立しているか否かを判別する。このリッチスパイク制御実行条件としては、例えば、吸蔵還元型NOx触媒20が活性状態にあること、被毒解消制御が実行されていないこと、排気温度センサ24の出力信号値（排気温度）が所定の上限値以下であること、等の条件を例示することができる。

【0083】上記したようなリッチスパイク制御実行条件が成立していると判定された場合は、CPU351は、還元剤噴射弁28からスパイク的に還元剤たる燃料を噴射させるべく流量調整弁30を制御することにより、吸蔵還元型NOx触媒20に流入する排気中の酸素濃度を一時的に所定の目標酸素濃度とする。

【0084】具体的には、CPU351は、RAM353に記憶されている機関回転数、アクセル開度センサ36の出力信号（アクセル開度）、エアフローメータ11の出力信号値（吸入空気量）、燃料噴射量等を読み出す。CPU351は、前記した機関回転数とアクセル開度と吸入空気量と燃料噴射量とをパラメータとしてROM352の還元剤添加量制御マップへアクセスし、排気中の酸素濃度を予め設定された目標酸素濃度とする上で必要となる還元剤の添加量（目標添加量）を算出する。

【0085】この実施の形態では、吸気絞り弁を閉側に位置させ、かつEGR弁を開くことで吸入空気量を減少させる。さらに、吸気管9を通過する吸入空気をインテークヒータ21により加熱するので、その密度が低くなる。すなわち、吸入空気は、インテークヒータ21により加熱されて昇温されていない場合に比べてその量が減少する。その理由は、吸入空気を暖めることで、次のようにその吸入空気の原子量が減るからである。

【0086】吸入空気温度 $T_1$ が吸入空気温度 $T_2$ よりも高く、流速（PV）が一定の場合は、 $n_1 R T_1 = n_2 R T_2$ （ $n_1$ は吸入空気温度 $T_1$ のときの原子量、 $n_2$ は吸入空気温度 $T_2$ のときの原子量）であるので、 $n_1 < n_2$ と

なる。

【0087】このように、EGR弁26及び吸気絞り弁13の開度が固定されているときは、吸入空気の温度によってその空気量が異なることになる。

【0088】このように、吸入空気は、インテークヒータ21によって加熱され空気密度が低くなり空気量が少なくなる。したがって、所定の空燃比にするために添加すべき還元剤の量が減少する。

【0089】続いて、CPU351は、前記目標添加量をパラメータとしてROM352の流量調整弁制御マップへアクセスし、還元剤噴射弁28から目標添加量の還元剤を噴射させる上で必要となる流量調整弁30の開弁時間（目標開弁時間）を算出する。

【0090】流量調整弁30の目標開弁時間が算出されると、CPU351は、流量調整弁30を開弁させる。この場合、燃料ポンプ6から吐出された高圧の燃料が還元剤供給路29を介して還元剤噴射弁28へ供給されるため、還元剤噴射弁28に印加される燃料の圧力が開弁圧以上に達し、還元剤噴射弁28が開弁する。

【0091】CPU351は、流量調整弁30を開弁させた時点から前記目標開弁時間が経過すると、流量調整弁30を閉弁させる。この場合、燃料ポンプ6から還元剤噴射弁28に対する還元剤の供給が遮断されるため、還元剤噴射弁28に印加される燃料の圧力が開弁圧未満となり、還元剤噴射弁28が閉弁する。

【0092】このように流量調整弁30が目標開弁時間だけ開弁されると、目標添加量の燃料が還元剤噴射弁28から排気枝管18内へ噴射されることになる。そして、還元剤噴射弁28から噴射された還元剤は、排気枝管18の上流から流れてきた排気と混ざり合って目標酸素濃度の混合気を形成し、吸蔵還元型NOx触媒20に流入する。

【0093】この結果、吸蔵還元型NOx触媒20に流入する排気中の酸素濃度は、比較的に短い周期で「高い」状態と「スパイク的な目標酸素濃度」の状態を交互に繰り返すことになり、以て、吸蔵還元型NOx触媒20が窒素酸化物（NOx）の吸収と放出・還元とを交互に短周期的に繰り返すことになる。

【0094】なお、ここでは吸気絞り弁13とEGR弁26の両方を作動させて吸入空気量を減少させたが、これらの一方を制御して吸入空気量を減少させてもよい。

【0095】次に、吸蔵還元型NOx触媒20の被毒回復制御について説明する。

【0096】被毒回復制御では、CPU351は、フィルタ20の酸化物による被毒を回復すべく被毒回復処理を行うことになる。

【0097】ここで、内燃機関1の燃料には硫黄（S）が含まれている場合があり、そのような燃料が内燃機関1で燃焼されると、二酸化硫黄（SO<sub>2</sub>）や三酸化硫黄（SO<sub>3</sub>）などの硫黄酸化物（SOx）が生成される。

【0098】硫黄酸化物 ( $\text{SO}_x$ ) は、排気とともにフィルタ 20 に流入し、窒素酸化物 ( $\text{NO}_x$ ) と同様のメカニズムによってフィルタ 20 に吸蔵される。

【0099】具体的には、フィルタ 20 に流入する排気中の酸素濃度が高いときには、流入排気ガス中の二酸化硫黄 ( $\text{SO}_2$ ) や三酸化硫黄 ( $\text{SO}_3$ ) 等の硫黄酸化物 ( $\text{SO}_x$ ) が白金 (Pt) の表面上で酸化され、硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) の形でフィルタ 20 に吸蔵される。更に、フィルタ 20 に吸蔵された硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) は、酸化バリウム ( $\text{BaO}$ ) と結合して硫酸塩 ( $\text{BaSO}_4$ ) を形成する。

【0100】ところで、硫酸塩 ( $\text{BaSO}_4$ ) は、硝酸バリウム ( $\text{Ba(NO}_3)_2$ ) に比して安定していて分解し難く、フィルタ 20 に流入する排気の酸素濃度が低くなくても分解されずにフィルタ 20 内に残留してしまう。

【0101】フィルタ 20 における硫酸塩 ( $\text{BaSO}_4$ ) の量が増加すると、それに応じて窒素酸化物 ( $\text{NO}_x$ ) の吸蔵に関与することができる酸化バリウム ( $\text{BaO}$ ) の量が減少するため、フィルタ 20 の  $\text{NO}_x$  吸蔵能力が低下する、いわゆる  $\text{SO}_x$  被毒が発生する。

【0102】フィルタ 20 の  $\text{SO}_x$  被毒を回復する方法としては、フィルタ 20 の雰囲気温度をおよそ 600 乃至 650℃ の高温域まで昇温させるとともに、フィルタ 20 に流入する排気中の酸素濃度を低くすることにより、フィルタ 20 に吸蔵されている硫酸バリウム ( $\text{BaSO}_4$ ) を  $\text{SO}_3^-$  や  $\text{SO}_4^-$  に熱分解し、次いで  $\text{SO}_3^-$  や  $\text{SO}_4^-$  を排気中の炭化水素 (HC) や一酸化炭素 (CO) と反応させて気体状の  $\text{SO}_2$  に還元する方法を例示することができる。

【0103】そこで、本実施の形態に係る被毒回復処理では、CPU 351 は、先ずフィルタ 20 の床温を高める触媒昇温制御を実行した上で、フィルタ 20 に流入する排気の酸素濃度を低くするようにした。

【0104】触媒昇温制御では、CPU 351 は、還元剤噴射弁 28 から燃料を噴射させることにより、フィルタ 20 においてその燃料を酸化させ、その際に発生する熱によってフィルタ 20 の昇温を高める。このときに還元剤噴射弁 28 から噴射される燃料は、 $\text{NO}_x$  の放出・還元時に行われる燃料噴射よりも噴射間隔が短く、かつ、そのときの空燃比は高くなるように噴射量が設定される。

【0105】また、触媒昇温制御では、CPU 351 は、例えば、各気筒 2 の膨張行程時に燃料噴射弁 3 から副次的に燃料を噴射させるとともに還元剤噴射弁 28 から排気中へ燃料を添加させることにより、それらの未燃燃料成分をフィルタ 20 において酸化させ、酸化の際に発生する熱によってフィルタ 20 の床温を高めるようにしてもよい。

【0106】但し、フィルタ 20 が過剰に昇温すると、

フィルタ 20 の熱劣化が誘発される虞があるため、排気温度センサ 24 の出力信号値に基づいて副次的な噴射燃料量及び添加燃料量がフィードバック制御されるようにすることが好ましい。

【0107】上記したような触媒昇温処理によりフィルタ 20 の床温が例えば 630℃ の高温域まで上昇すると、CPU 351 は、フィルタ 20 に流入する排気中の酸素濃度を低下させるべく還元剤噴射弁 28 から燃料を噴射させる。

【0108】尚、還元剤噴射弁 28 から過剰な燃料が噴射されると、それらの燃料がフィルタ 20 で急激に燃焼してフィルタ 20 が過熱し、或いは還元剤噴射弁 28 から噴射された過剰な燃料によってフィルタ 20 が不要に冷却される虞があるため、CPU 351 は、空燃比センサ (図示省略) の出力信号に基づいて還元剤噴射弁 28 からの燃料噴射量をフィードバック制御するようにすることが好ましい。

【0109】一方、目標添加量の燃料が還元剤噴射弁 28 から排気枝管 18 内へ噴射され、噴射された還元剤は、排気枝管 18 の上流から流れてきた排気と混合される。すると、排気中の酸素濃度が低下して、所定の酸素濃度の排気が吸蔵還元型  $\text{NO}_x$  触媒 20 に流入する。

【0110】このように被毒回復処理が実行されると、フィルタ 20 の床温が高い状況下で、フィルタ 20 に流入する排気の酸素濃度が低くなるため、フィルタ 20 に吸蔵されている硫酸バリウム ( $\text{BaSO}_4$ ) が  $\text{SO}_3^-$  や  $\text{SO}_4^-$  に熱分解され、それら  $\text{SO}_3^-$  や  $\text{SO}_4^-$  が排気中の炭化水素 (HC) や一酸化炭素 (CO) と反応して還元され、以てフィルタ 20 の  $\text{SO}_x$  被毒が回復されることになる。

【0111】このような制御においても、上述したリッチスパイク制御の場合と同様に、吸入空気温度を上昇させて空気密度を低くすることで吸入空気量が少なくなるので、排気を所定の酸素濃度にするために添加すべき還元剤の量を減少させることができる。

【0112】以上説明したように、本実施の形態に係る内燃機関の排気浄化装置では、吸入空気を加熱する手段によって吸入空気温度を上昇させるので、所定の空燃比にするために添加すべき還元剤の量が減少し、燃費の悪化を抑制することができる。

<第 2 の実施の形態> 本実施の形態は、第 1 の実施の形態と比較して以下の点で相違する。

【0113】図 4 に示すように、この実施の形態では、内燃機関 1 の各燃焼室内に臨むグローブプラグ 61 が設けられている。一般には、グローブプラグ 61 は、内燃機関 1 の始動時に燃焼室を加熱し、または噴射された燃料を直接加熱するものであるが、グローブプラグ 61 を始動時以外にも使用することによって燃焼室内に吸入された空気を暖める。このようにすれば吸入空気密度が低くなるので、結果として吸入空気量が減少する。したがっ

て、排気を所定の酸素濃度にするために添加すべき還元剤の量が減少する。

【0114】なお、上記制御を実施する際には、排気絞り弁13、EGR弁26の両方、またはいずれか一方を制御して吸入空気量をできるだけ減少させることが好ましい。

【0115】本実施の形態においては、適用対象となる内燃機関1やその他ハードウェアの基本構成、リッチスパイク制御等については、第1の実施の形態と共通であるため、同一の符号を付して説明を割愛する。

＜第3の実施の形態＞本実施の形態は、第1の実施の形態と比較して以下の点で相違する。

【0116】図5に示すように、この実施の形態では、内燃機関1に設けられたEGRクーラ27をバイパスするバイパス通路62が形成されている。すなわち、吸気系に循環する排気がEGRクーラ27を通過する際に冷やされる結果、吸入空気の温度が低下するが、これを回避するためにEGRクーラ27をバイパスさせるようにした。このようにすれば、温度の高い排気が吸入空気と混合するので吸入空気全体の温度が上昇する。

【0117】なお、上記制御を実施する際には、排気絞り弁13、EGR弁26の両方、またはいずれか一方を制御して吸入空気量をできるだけ減少させることが好ましい。

【0118】ところで、この内燃機関では、EGR通路25を経由して吸気系に再循環する排気量を増大させることによって吸入空気量を減らすことができるが、このような場合は吸気管内圧がほとんど低下しない。このような観点からは、吸入空気量を減らす手段としてEGR弁26を制御する方法によれば、吸気絞り弁13を絞る場合に比べて有利となる。

【0119】尚、本実施の形態においては、内燃機関1の基本構成、リッチスパイク制御等については、第1の実施の形態と共通なので同一の符号を付して説明を割愛する。

＜第4の実施の形態＞本実施の形態は、第1の実施の形態と比較して以下の点で相違する。

【0120】図6に示すように、この実施の形態では、内燃機関1に設けられたインタークーラ16をバイパスするインタークーラバイパス通路63が形成されている。このインタークーラバイパス通路63と吸気管9の分岐点には、通路切替弁65が設けられる。

【0121】吸入空気は、吸気管9において遠心過給機（ターボチャージャ）15のコンプレッサハウジング15aを通過するが、コンプレッサハウジング15aより下流の吸気管9には、前記コンプレッサハウジング15a内で圧縮されて高温となった吸気を冷却するためのインタークーラ16が設けられている。必要に応じて通路切替弁65を作動させ、吸入空気が、このインタークーラ16を通過しないようにすることでその冷却を防止し、

吸入空気の温度を保持するようにした。

【0122】また、インタークーラバイパス通路63を通過する吸入空気を積極的に暖めるため、このインタークーラバイパス通路63は、その一部が二重管64となっており、その内管（図示せず）には過給された吸入空気が流れ、その外周部の外管（図示せず）には内燃機関1の冷却水が流れる構造となっている。そのため冷却水からの熱が内管内の吸入空気に伝わり、両者の間で熱交換がされて吸入空気の温度が上昇する。

10 【0123】なお、このような二重管64を採用して吸入空気の積極的加熱を行うことは任意であり、これを設けなくてもよいのは勿論である。

【0124】さらに、第1の実施の形態で説明したようなインタークーラヒータ21（図1）は、本実施の形態では併設してもよく、または省略してもよい。インタークーラヒータ21を併設する場合には、このインタークーラヒータ21は、インタークーラバイパス通路63に設けるのが好ましい。

20 【0125】上記制御を実施する際には、排気絞り弁13、EGR弁26の両方、またはいずれか一方を制御して吸入空気量をできる限り減少させることが好ましい。

【0126】本実施の形態においては、適用対象となる内燃機関1、リッチスパイク制御等については、第1の実施の形態と共通なので説明を割愛する。

＜その他の実施の形態＞還元剤を排気中に添加する手段は、前記実施の形態では、還元剤を還元剤噴射弁28から排気枝管18内へ噴射する構成を示したが、これに限定されることなく、例えば、メイン噴射後に所定の間隔をおいて噴射される副噴射を行うようにして還元剤である燃料を排気中に添加するようにしてもよい。この副噴射は、内燃機関1の膨張行程、排気行程等に行うことができる。この場合は、副噴射による燃料の一部が燃焼室内で燃焼せずに気化し、排気中の酸素濃度が低下する。

30 【0127】

【発明の効果】本発明に係る内燃機関の排気浄化装置では、吸入空気の温度を上昇させることで、吸入空気量を過度に減らすことなく、空燃比をリッチにするために添加する還元剤の量をできるだけ少なくすることが可能となる。よって還元剤として添加される燃料の量を節減でき、燃費の悪化を招くことが防止される。

40 【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態の内燃機関とその吸排気系とを併せ示す概略構成図である。

【図2】（A）は、パティキュレートフィルタの横方向断面を示す図である。（B）は、パティキュレートフィルタの縦方向断面を示す図である。

【図3】ECUの内部構成を示すブロック図である。

【図4】第2の実施の形態の内燃機関とその吸排気系とを併せ示す概略構成図である。

50 【図5】第3の実施の形態の内燃機関とその吸排気系と

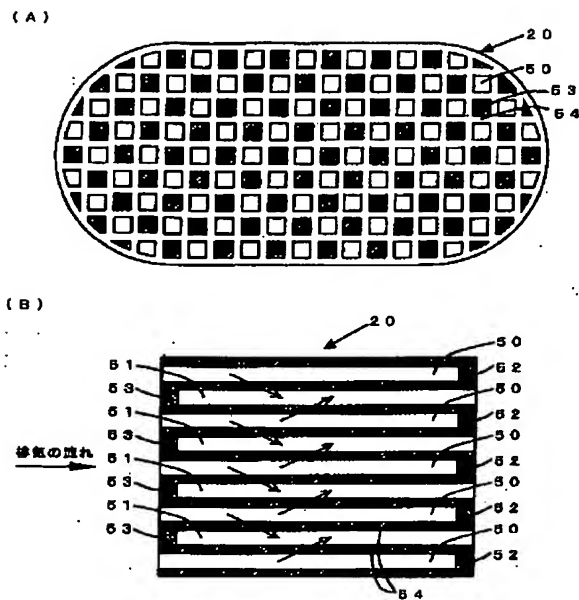
を併せ示す概略構成図である。

【図6】第4の実施の形態の内燃機関とその吸排気系とを併せ示す概略構成図である。

【符号の説明】

- 1・・・内燃機関
- 1a・・・クランクプーリ
- 2・・・気筒
- 3・・・燃料噴射弁
- 4・・・コモンレール
- 4a・・・コモンレール圧センサ
- 5・・・燃料供給管
- 6・・・燃料ポンプ
- 6a・・・ポンププーリ
- 8・・・吸気枝管
- 9・・・吸気管
- 18・・・排気枝管
- 19・・・排気管

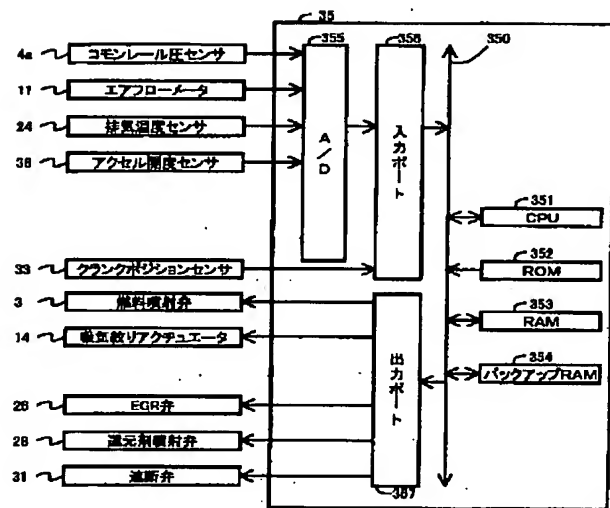
【図2】



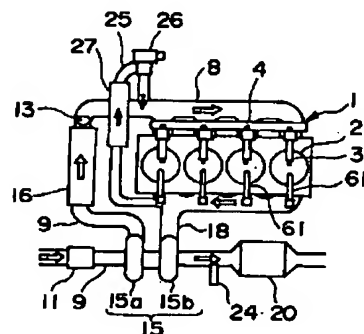
- \* 20・・・パティキュレートフィルタ
- 21・・・インテークヒータ
- 24・・・排気温度センサ
- 25・・・EGR通路
- 26・・・EGR弁
- 27・・・EGRクーラ
- 28・・・還元剤噴射弁
- 29・・・還元剤供給路
- 31・・・遮断弁
- 10 33・・・クランクポジションセンサ
- 35・・・ECU
- 36・・・アクセル開度センサ
- 61・・・グロープラグ
- 62・・・EGRクーラバイパス通路
- 63・・・インタークーラバイパス通路
- 64・・・二重管

\*

【図3】

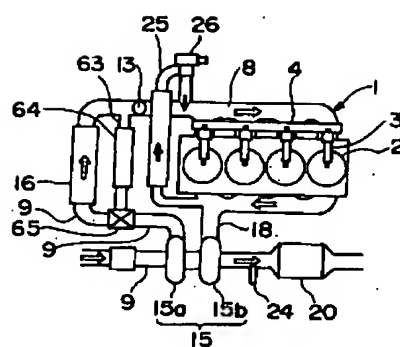
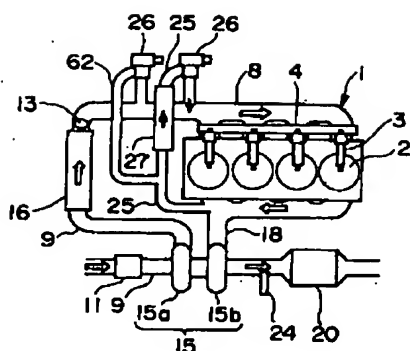


【図4】





【図 6】



(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

FI

テーマコード\* (参考)

F O I N 3/08

A 4 D 0 4 8

B 4 D 0 5 8

3/24

# E

3/24

M

F O 2 D 9/02

Q

301

21/08

301A

23/00

23/00

A

43/00

43/00

301 K

301

301 N

F O 2 M 25/07

F O 2 M 25/07

550 R

5 5 0

570 J

5 7 0

B

// B O 1 D 46/42

B O 1 D 46/42

B

53/36

1 0 3 B

101B

103C

(72)発明者 鈴木 崇義

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

(72)發明者 青木 秀樹

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内



F ターム(参考) 3G062 AA01 AA03 AA05 BA04 BA06  
EA04 ED01 ED04 ED08 ED10  
FA02 FA05 FA06 FA23 GA01  
GA04 GA09 GA15  
3G065 AA01 AA03 AA04 CA12 DA06  
EA07 EA10 FA02 GA00 GA05  
GA08 GA10 GA46 HA06 JA04  
JA09 JA11 KA02  
3G084 AA01 BA05 BA08 BA09 BA13  
BA14 BA20 BA24 DA10 FA07  
FA10 FA13 FA26 FA27 FA37  
3G091 AA02 AA10 AA11 AA18 AB01  
AB06 AB09 AB13 BA11 BA14  
CA01 CA03 CA05 CA08 CA18  
CB01 CB02 DB10 EA01 EA03  
EA05 EA07 EA17 EA18 EA22  
FB01 FB10 FB12 HA14 HA21  
HA36 HB05 HB06  
3G092 AA02 AA06 AA17 AA18 AB03  
AC01 BA01 BA02 BA03 BA04  
BA07 BB01 BB08 DB03 DC09  
DC15 DE01S DE03S DE15S  
DE18S DF01 DF03 DF06  
EA05 EA07 EA11 EA12 FA15  
FA17 FA20 HA01Z HA04X  
HA06Z HA11Z HA18Z HB01X  
HB01Z HB03Z HD01X HD01Z  
HD02X HD02Z HD07X HE01Z  
4D048 AA06 AA14 AB01 AB02 AC02  
BA03X BA14Y BA15X BA18Y  
BA19X BA30X BA41X BB02  
CC26 CC27 CC52 CC61 DA01  
DA03 DA06 DA10 DA20 EA04  
4D058 JA32 JB06 MA42 MA44 SA08  
TA02